

Original document

# Perforated body

Patent number: DE4333519  
 Publication date: 1995-04-06  
 Inventor: FINDLER GUENTHER DIPL ING (DE); BUCHHOLZ JUERGEN DIPL ING (DE); JAUERNIG UDO DIPL ING (DE)  
 Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
 Classification:  
 - international: B05B1/14; F15D1/08; B05B1/34  
 - european: B05B1/14; F15D1/08; B05B1/34  
 Application number: DE19934333519 19931001  
 Priority number(s): DE19934333519 19931001

Also published as:

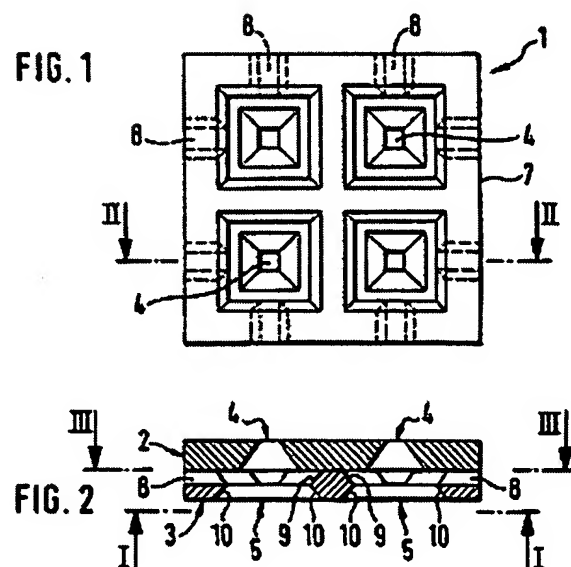
US5553789 (A1)  
 JP7167017 (A)

BEST AVAILABLE COPY

[View INPADOC patent family](#)[Report a data error here](#)

## Abstract of DE4333519

A perforated silicon body is described, which is made of an upper silicon plate (2) and a lower silicon plate (3). A liquid can be injected through the injection holes (4) in the upper silicon plate (2). Recesses, which form air channels (8), are made in the lower silicon plate (3). By a particular arrangement of the air channels (8), it is possible to influence the sputtering and the beam angle of the liquid flow entering through the injection holes (4).

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

## Description of DE4333519

Stand der Technik

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 33 519 A 1

51 Int. Cl. B:  
B 05 B 1/14  
F 15 D 1/08  
B 05 B 1/34

5  
DE 4333519 A1

21 Aktenzeichen: P 43 33 519.5  
22 Anmeldetag: 1. 10. 93  
43 Offenlegungstag: 6. 4. 95

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Findler, Guenther, Dipl.-Ing., 70567 Stuttgart, DE;  
Buchholz, Juergen, Dipl.-Ing. (FH), 74348 Lauffen,  
DE; Jauernig, Udo, Dipl.-Ing., 72762 Reutlingen, DE

54 Lochkörper

57 Es wird ein Siliziumlochkörper beschrieben, der aus einer oberen Siliziumplatte (2) und einer unteren Siliziumplatte (3) aufgebaut ist. Durch die Einspritzlöcher (4) der oberen Siliziumplatte (2) kann eine Flüssigkeit eingespritzt werden. In die untere Siliziumplatte (3) sind Ausnehmungen eingebracht, die Luftkanäle (8) bilden. Durch bestimmte Anordnung der Luftkanäle (8) kann die Zerstäubung und der Strahlwinkel der durch die Einspritzlöcher (4) hindurchtretenden Flüssigkeitsströmung beeinflusst werden.

FIG. 1

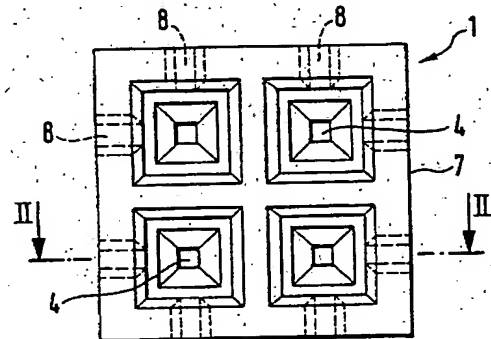
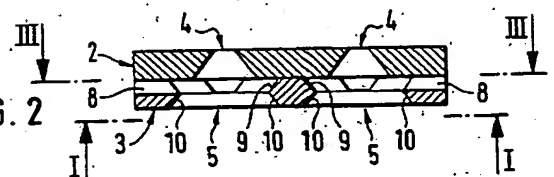


FIG. 2



DE 4333519 A1

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Lockkörper nach der Gattung des Hauptanspruchs. Aus der DE 41 12 150 A1 ist bereits ein Lockkörper bekannt, der eine obere und eine untere Siliziumplatte aus einkristallinem Silizium aufweist. In der oberen Siliziumplatte sind vier Einspritzlöcher und in der unteren Siliziumplatte ein großes gemeinsames Durchlaßloch eingeordnet. In die untere Siliziumplatte sind Ausnehmungen eingearbeitet, die vom Durchlaßloch zur äußeren Umrandung der unteren Siliziumplatte reichen und so Luftkanäle bilden. Ein solcher Lockkörper kann vorteilhaft für Einspritzdüsen verwendet werden, wenn durch die Einspritzöffnungen ein Flüssigkeitsstrom und durch die Luftkanäle ein Gasstrom zugeführt wird. Durch den Gasstrom wird die Zerstäubung des Flüssigkeitsstroms verbessert. Aus der deutschen Patentanmeldung P 42 33 703 ist ein kostengünstiges Verfahren zur Bearbeitung der unteren Siliziumplatte eines solchen Lockkörpers bekannt. Die Bearbeitung erfolgt dabei durch gleichzeitiges chemisches Ätzen von beiden Seiten der unteren Siliziumplatte.

## Vorteile der Erfindung

Durch die Zuordnung von jeweils einem Einspritzloch und einem Durchgangsloch können die Strömungsverhältnisse für die Zerstäubung von Flüssigkeiten mittels des Lockkörpers optimiert werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Lockkörpers möglich. Vorteilhaft ist dabei insbesondere, die Seitenwände der Durchgangslöcher derart auszugestalten, daß eine gleichzeitige zweiseitige Bearbeitung der unteren Siliziumplatte möglich ist, da so die Herstellungskosten verringert werden können. Eine günstige Anordnung geht von vier Einspritzlöchern aus, da so jedes Durchgangsloch von zwei Seiten von Luftkanälen erreichbar ist. Durch eine kreuzförmige Verbindungsfläche zwischen der oberen und der unteren Siliziumplatte kann dabei die Verbindungsfläche zwischen den beiden Platten groß gehalten und so die mechanische Festigkeit verbessert werden. Bei Ausgestaltung der Luftkanäle mit Seitenwänden, die parallel zu den Seitenwänden der Durchgangslöcher sind, können die Herstellungsprozesse für die Durchgangslöcher ebenso für die Luftkanäle genutzt werden. Durch die Anordnung von zwei Luftkanälen für jedes Durchgangsloch wird der Strahlwinkel einer durch die Spritzlöcher hindurchgespritzten Flüssigkeit zu kleineren Strahlwinkeln hin beeinflußt werden. Eine ähnliche Verringerung des Strahlwinkels wird durch die Anordnung von jeweils einem Luftkanal in den äußeren Ecken der Durchgangslöcher erreicht. Durch eine Anordnung der Luftkanäle jeweils an den Randbereichen der Durchgangslöcher werden die durch die vier Einspritzlöcher eintretenden Flüssigkeitsstrahlen mit einem Drall beaufschlagt, so daß ein günstiger Kompromiß zwischen Tröpfchengröße und Strahlwinkel der Flüssigkeit erreicht wird. Durch die Anordnung von vier Luftkanälen, wobei jedes Durchgangsloch an zwei gegenüberliegenden Ecken mit einem Luftkanal verbunden ist, wird eine besonders gute Zerstäubung einer durch die Einspritzlöcher hin-

durchgespritzten Flüssigkeit erzielt. Vorteilhaft ist dabei insbesondere, daß dieser geringe Tröpfchendurchmesser unmittelbar nach dem Einspritzen bereits ausgebildet ist. Ein geringer Tröpfchendurchmesser wird auch mit Durchlaßlöchern erreicht, denen jeweils zwei Luftkanäle an gegenüberliegenden Ecken zugeordnet ist.

## Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Unteransicht eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Lockkörpers, Fig. 2 einen Querschnitt durch den Lockkörper nach Fig. 1, Fig. 3 eine Aufsicht auf die untere Siliziumplatte des Lockkörpers nach Fig. 1, Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der unteren Siliziumplatte nach Fig. 3, Fig. 5 eine Aufsicht und Fig. 6 einen Querschnitt durch die untere Siliziumplatte eines weiteren Ausführungsbeispiels, Fig. 7 eine Aufsicht und Fig. 8 einen Querschnitt durch eine untere Siliziumplatte eines weiteren Ausführungsbeispiels, Fig. 9 eine Aufsicht und Fig. 10 einen Querschnitt durch eine untere Siliziumplatte eines weiteren Ausführungsbeispiels.

## Beschreibung der Erfindung

In den Fig. 1 und 2 wird ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. In der Fig. 1 wird eine Unteransicht gemäß der Linie I-I der Fig. 2 eines Lockkörpers 1 gezeigt. In der Fig. 2 wird ein Querschnitt durch den Lockkörper 1 entlang der Linie II-II der Fig. 1 gezeigt. Der Lockkörper 1 ist aus einer oberen Siliziumplatte 2 und einer unteren Siliziumplatte 3 aufgebaut. In die obere Siliziumplatte 2 sind vier Einspritzlöcher 4 eingebracht. Die untere Siliziumplatte 3 weist vier Durchlaßlöcher 5 auf, wobei jeweils ein Durchlaßloch 5 einem Einspritzloch 4 zugeordnet ist. Weiterhin ist die untere Siliziumplatte 3 derart ausgestaltet, daß sich Luftkanäle 8 bilden, die die Durchlaßlöcher 5 mit dem äußeren Umfang 7 des Lockkörpers 1 verbinden. In der Fig. 1 ist zu erkennen, daß jedem Durchgangsloch 5 zwei Luftkanäle 8 zugeordnet sind, die jeweils in die äußeren Seiten der Durchlaßlöcher 5 münden. Die Durchlaßlöcher 5 weisen jeweils obere Seitenwände 9 und untere Seitenwände 10 auf. Diese Seitenwände 9, 10 bilden jeweils einen Winkel von ca. 108° zueinander.

Die Einspritzöffnungen 4 in der oberen Siliziumplatte 2 weisen jeweils einen trapezförmigen Querschnitt auf. Solche Öffnungen lassen sich besonders einfach durch anisotropes Siliziumätzen in 100-orientiertem Silizium erzielen. Die Seitenwände der Einspritzlöcher 4 werden dabei durch 111-Kristallflächen des Siliziumeinkristalls gebildet. Die Seitenwände der Einspritzlöcher 4 weisen dabei einen Winkel von ca. 54° zur Oberfläche der oberen Siliziumplatte 2 auf. Herstellungsverfahren zur Herstellung der unteren Siliziumplatte 3 werden in der deutschen Patentanmeldung 42 33 703 im Detail beschrieben. Durch die gleichzeitige Bearbeitung von beiden Seiten der unteren Siliziumplatte 3 entstehen Seitenwände 9, 10, die jeweils von 111-Kristallflächen des Siliziumeinkristalls gebildet werden. Diese Seitenwände 9, 10 weisen dabei jeweils einen Winkel von ca. 54° zu den Oberflächen der in 100-orientierten unteren Siliziumplatte 3 auf. Aufgrund dieser Anordnung weisen die Seitenwände 9, 10 untereinander einen Winkel von ca. 108° auf.

In der Fig. 3 ist eine Aufsicht auf die untere Siliziumplatte 3 entlang der Linie III-III der Fig. 2 gezeigt. In der Fig. 4 wird die untere Siliziumplatte 3 in perspektivischer Ansicht gezeigt. Wie zu erkennen ist, sind in die untere Siliziumplatte 3 Ausnehmungen 6 eingebracht, die jeweils von den Durchlaßlöchern 5 zum Außenrand 7 der Siliziumplatte 3 reichen. Die Ausnehmungen 6 weisen dabei die Seitenwände 12 auf, die jeweils parallel zu oberen Seitenwänden 10 der Durchlaßlöcher 5 sind. Die Herstellung der Ausnehmungen 6 erfolgt mit den gleichen Verfahren, mit denen auch die Durchlaßlöcher 5 in die untere Siliziumplatte 3 eingeztzt werden. Durch das Verbinden der unteren Siliziumplatte 3 und der oberen Siliziumplatte 2 werden die Ausnehmungen 6 derart verschlossen, daß Luftkanäle 8 entstehen. Zwischen den Durchlaßlöchern 5 ist ein kreuzförmiger Verbindungsbereich 11 stehengeblieben, durch den die untere Siliziumplatte 3 ebenfalls mit der oberen Siliziumplatte 2 verbunden wird. Durch diesen Verbindungsbereich 11, auch zwischen den Durchlaßlöchern 5, wird eine mechanisch besonders stabile Verbindung zwischen den beiden Siliziumplatten 2, 3 erzielt.

Der gezeigte Lochkörper nach den Fig. 1 bis 4 läßt sich in vorteilhafter Weise zum Einspritzen und Zerstäuben von Flüssigkeiten verwenden, wie dies beispielsweise in der DE 41 12 150 beschrieben wird. Durch die Einspritzöffnung 4 wird dann eine Flüssigkeit, insbesondere Benzin, eingespritzt, die dann durch einen Luftstrom, der mittels der Luftkanäle 8 eingeblasen oder angesaugt wird, fein zerstäubt wird. Dabei ist es wünschenswert, den Strahlwinkel der austretenden Flüssigkeit und die durch die Zerstäubung entstehende Tröpfchengröße beeinflussen zu können. Der Strahlwinkel muß dabei jeweils an die geometrischen Gegebenheiten des Einbauorts angepaßt werden. Für die Zerstäubung ist ein besonders kleiner Tröpfchendurchmesser vorteilhaft. Diese beiden Parameter lassen sich besonders gut beeinflussen, wenn jedem Einspritzloch 4 ein Durchlaßloch 5 mit Luftkanälen 8 zugeordnet ist. Bei der in den Fig. 1—4 gezeigten Anordnung wird durch die Luftkanäle 8 sowohl eine gute Zerstäubung gewährleistet, wie auch ein Zusammendrücken der durch die vier Einspritzlöcher 4 eintretenden Flüssigkeitsströme, d. h. eine Verringerung des Strahlwinkels, erreicht.

In den Fig. 5 bis 10 werden weitere Ausführungsbeispiele für untere Siliziumplatten 3 gezeigt. Zur Vervollständigung des Lochkörpers werden diese unteren Siliziumplatten 3 jeweils mit einer oberen Siliziumplatte 2 verbunden, wie sie in den Fig. 1 und 2 beschrieben wird. Die Herstellung dieser unteren Siliziumplatten 3 erfolgt in analoger Weise wie zu den Fig. 1 bis 4 bzw. in der deutschen Patentanmeldung 42 33 703 beschrieben wird. Es bilden sich wieder obere und untere Seitenwände 8, 9 heraus, die in einem Winkel von ca. 108° zueinander stehen. Die Seitenwände 12 der Ausnehmungen 6 sind wiederum parallel zu den oberen Seitenwänden 9 der Durchlaßlöcher 5.

In den Fig. 5 und 6 wird eine Aufsicht auf und ein Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer unteren Siliziumplatte 3 gezeigt. Der Querschnitt in der Fig. 6 entspricht dabei einer Ansicht durch die Siliziumplatte 3 entlang der Linie VI-VI der Fig. 5. Diese Siliziumplatte 3 weist wiederum vier Durchlaßlöcher 5 auf. Die hier gezeigte untere Siliziumplatte 3 weist wiederum Ausnehmungen 6 auf, die die Durchlaßlöcher 5 mit der äußeren Umrandung 7 der Siliziumplatte 3 verbinden. Durch diese Ausnehmungen 6 werden wiederum Luftkanäle 8 gebildet. Bei der hier gezeigten Silizi-

umplatte 3 ist eine Anordnung der Ausnehmungen 6 relativ zu den Durchlaßlöchern 5 gezeigt, die Luftkanäle 8 erzeugt, die asymmetrisch auf den durch die Einspritzlöcher 4 hindurchtretenden Flüssigkeitsstrom treffen. Durch diese Maßnahme wird jeder durch die Einspritzlöcher 4 eintretende Flüssigkeitsstrom mit einem gewissen Drall beaufschlagt, so daß die vier Flüssigkeitsströme im gewissen Umfang miteinander verwirbelt werden. Durch diese Anordnung wird eine gute Zerstäubung bei gleichzeitig geringem Strahlwinkel erzeugt. Die Ausnehmungen 6 sind hier so dargestellt, daß Seitenwände 12 der Ausnehmungen 6 mit Seitenwänden 9 der Durchlaßlöcher 5 fluchten. Ebenso gut ist jedoch jede Anordnung vorstellbar, bei der die Luftkanäle 8 versetzt zu den Einspritzlöchern 4 angeordnet sind, so daß der eintretende Flüssigkeitsstrom mit einem Drall beaufschlagt wird.

In den Fig. 7 und 8 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel für die untere Siliziumplatte 3 gezeigt. Die Fig. 7 zeigt eine Aufsicht auf die Siliziumplatte 3 und die Fig. 8 zeigt einen Querschnitt entlang der Linie VIII-VIII. In die Siliziumplatte 3 sind Ausnehmungen 6 eingebracht, die an jeweils einer Ecke mit den Ausnehmungen 5 in Kontakt stehen. Durch diese Ausnehmungen 6 werden so Luftkanäle 8 gebildet, die jeweils einen Luftstrom an den Ecken der Durchlaßlöcher 5 einleiten. Die durch die vier Einspritzlöcher 4 eintretenden Flüssigkeitsströme werden somit durch den Luftstrom zusammengepreßt. Durch diese Anordnung läßt sich daher ein besonders geringer Strahlwinkel dieser Flüssigkeitsströme erreichen. Die Seitenwände 12 der Ausnehmungen 6 sind wiederum parallel zu den oberen Seitenwänden 9 der Durchlaßlöcher 5. Die Herstellung dieser Siliziumplatte 3 erfolgt wieder wie zu den Fig. 1 bis 4 beschrieben.

In den Fig. 9 und 10 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Siliziumplatte 3 gezeigt. In diese Siliziumplatte 3 sind wiederum Ausnehmungen 6 eingebracht, durch welche die Durchlaßlöcher 5 mit der Außenseite 7 der Siliziumplatte 3 verbunden werden. Durch diese Ausnehmungen 6 werden Luftkanäle 8 gebildet, die jeweils einen Luftstrom an gegenüberliegenden Ecken der Durchlaßlöcher 5 eintreten lassen. Die beiden eintretenden Luftströmungen sind somit näherungsweise entgegengesetzt zueinander ausgerichtet. Durch diese Anordnung von zwei Luftkanälen derart, daß die Luftströmungen einander entgegengesetzt sind, wird eine besonders gute Zerstäubung der durch die Einspritzlöcher 4 eintretenden Flüssigkeit erreicht. Bei der hier gezeigten Anordnung für vier Einspritzlöcher 4 mit vier Durchgangslöchern 5, die quadratisch angeordnet sind, wird dies vom Design her besonders einfach dadurch erreicht, daß Ausnehmungen 6 vorgesehen sind, die jeweils zwei Durchgangslöcher 5 mit der Außenseite 7 der Siliziumplatte 3 verbinden. Auf diese Weise wird jedes der Durchgangslöcher 5 besonders einfach mit zwei Luftkanälen 8 versehen, die an gegenüberliegenden Ecken der hier gezeigten rechteckigen Durchgangslöcher 5 liegen. Besonders vorteilhaft ist hier auch, daß sich die gute Zerstäubung, d. h. die geringe Größe der sich bildenden Flüssigkeitstropfen, bereits unmittelbar im Durchgangsloch 5 einstellt und nicht erst im weiteren Verlauf des Flüssigkeitsstromes. Eine solche gute Zerstäubung wird immer dann erreicht, wenn zwei Luftkanäle 8 vorgesehen sind, die von beiden Seiten an dem durch die Einspritzlöcher 4 eintretenden Flüssigkeitsstrom angreifen. Die in den Fig. 9 und 10 gezeigte Anordnung von Einspritzlöchern 4 und Luftkanälen 8 für vier Einspritzlöcher ist daher in analoger Weise auch

für andere Anordnungen von Einspritzlöchern oder auch einem einzelnen Einspritzloch denkbar.

#### Patentansprüche

1. Lochkörper (1) mit einer oberen (2) und einer unteren (3) monokristallinen Siliziumplatte, wobei die obere Siliziumplatte (2) Einspritzlöcher (4) und die untere Siliziumplatte (3) Durchlaßlöcher (5) aufweisen, wobei die obere Siliziumplatte (2) und die untere Siliziumplatte (3) miteinander verbunden sind, und in die untere Siliziumplatte (3) in die der oberen Siliziumplatte (2) zugewandten Oberfläche Ausnehmungen (6) ausgebracht sind, die von den Durchlaßlöchern (5) bis zum äußeren Umfang (7) der unteren Siliziumplatte (3) reichen und so Luftkanäle (8) bilden, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einspritzlöcher (4) vorgesehen sind, und daß jedem Einspritzloch (4) ein Durchlaßloch (5) zugeordnet ist.
2. Lochkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchgangslöcher (5) obere Seitenwände und untere Seitenwände (10) aufweisen, wobei sich die oberen Seitenwände (9) von der Oberseite der unteren Siliziumplatte (3) ungefähr bis zur Tiefe der halben Dicke der unteren Siliziumplatte (3) erstrecken daß die unteren Seitenwände (10) sich ungefähr von der halben Dicke der unteren Siliziumplatte (3) bis zur unteren Oberfläche der unteren Siliziumplatte (3) erstrecken und daß die oberen (9) und die unteren (10) Seitenwände einen Winkel von ca. 108° gegeneinander aufweisen.
3. Lochkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vier Einspritzlöcher (4) vorgesehen sind, und daß die vier Einspritzlöcher (4) als Ecken eines Rechtecks angeordnet sind.
4. Lochkörper nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlaßlöcher (5) in der Aufsicht rechteckig sind und daß die obere (2) und die untere (3) Siliziumplatte zwischen den Durchlaßlöchern (5) durch eine kreuzförmige Verbindungsfläche (11) verbunden sind.
5. Lochkörper nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (6) Seitenwände (12) aufweisen und daß die Seitenwände (12) parallel zu den oberen Seitenwänden (9) der Durchgangslöcher (5) sind.
6. Lochkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Durchgangsloch (5) zwei Luftkanäle (8) zugeordnet sind, wobei jeder Luftkanal (8) im rechten Winkel in eine Seite des Durchgangslochs (5) mündet.
7. Lochkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Durchgangsloch (5) ein Luftkanal (8) zugeordnet ist, der in eine Ecke des Durchgangslochs (5) mündet.
8. Lochkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Durchgangsloch (5) ein Luftkanal (8) zugeordnet ist, daß der Luftkanal im rechten Winkel in einer Seite des Durchgangslochs (5) mündet und daß ein durch den Luftkanal (8) einleitbare Gasstrom versetzt auf einen durch das zugeordnete Einspritzloch (4) einleitbaren Flüssigkeitsstrom trifft, so daß der Flüssigkeitsstrom mit einem Drall beaufschlagt wird.
9. Lochkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß vier Luftkanäle (8) vorgesehen sind, daß jeder Luftkanal (8) in den Ecken von jeweils zwei nebeneinander liegenden Durchgangslöchern (5) mündet, so daß jedes Durchgangsloch (5) an zwei gegenüberliegenden Seiten mit einem Luftkanal (8) verbunden ist.

10. Lochkörper mit einer oberen Siliziumplatte (2) und einer unteren Siliziumplatte (3) wobei in die obere Siliziumplatte (2) ein Einspritzloch (4) und darunter in der unteren Siliziumplatte (3) ein Durchlaßloch (5) eingebracht ist und daß weiterhin mindestens zwei Luftkanäle (8) vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftkanäle (8) auf gegenüberliegenden Seiten des Durchgangslochs (5) angeordnet sind, so daß durch die Luftkanäle (8) ein Luftstrom derart einleitbar ist, daß die Bewegungsrichtungen der Luftströme einander entgegengesetzt sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 1

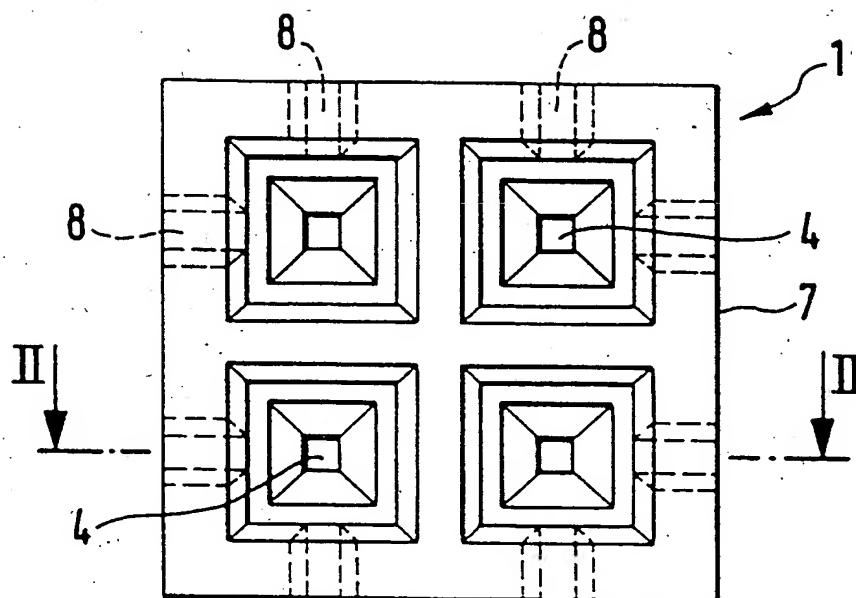


FIG. 2

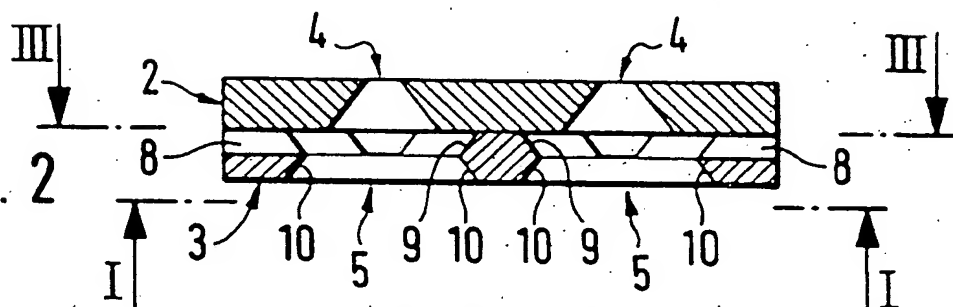
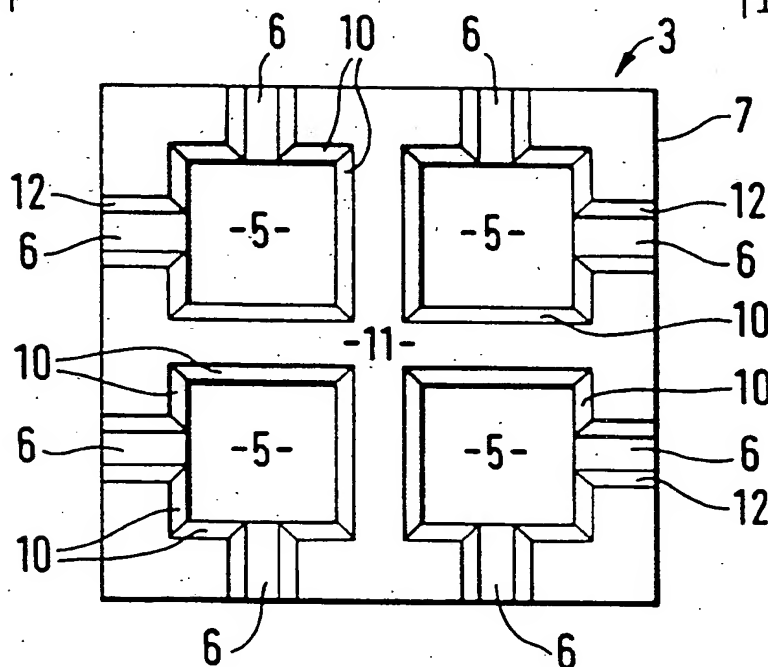
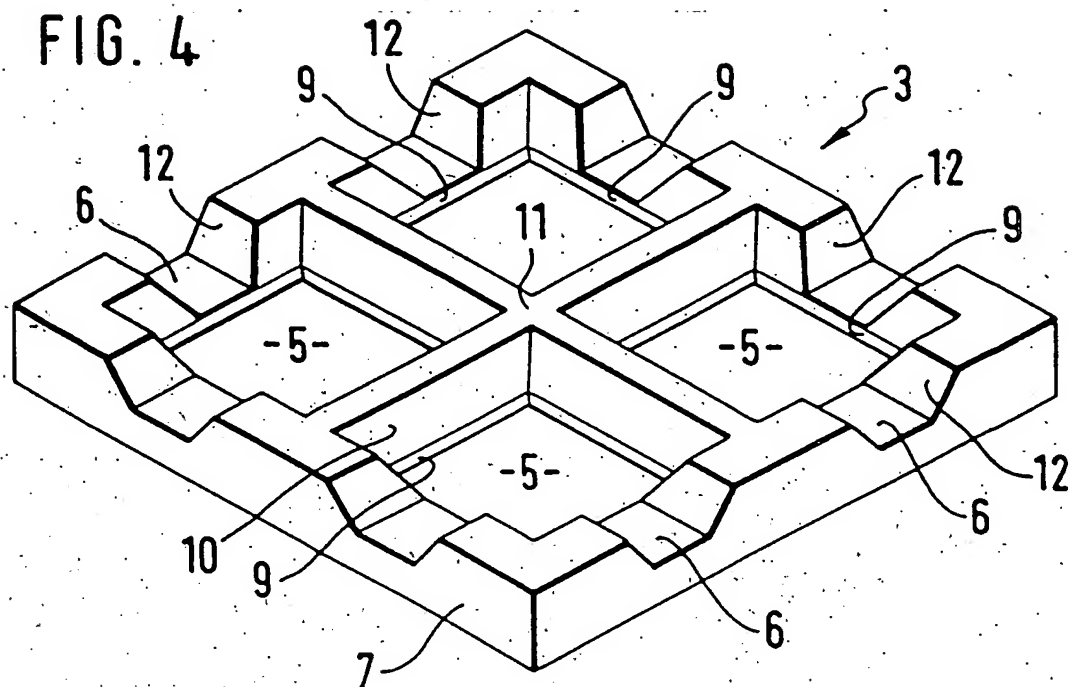


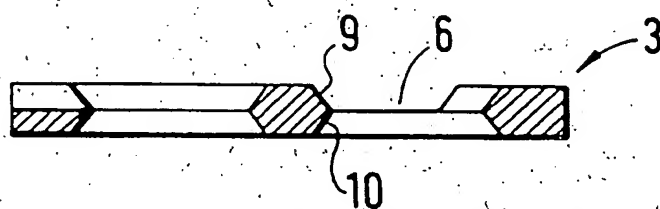
FIG. 3







**FIG. 6**



**FIG. 5**

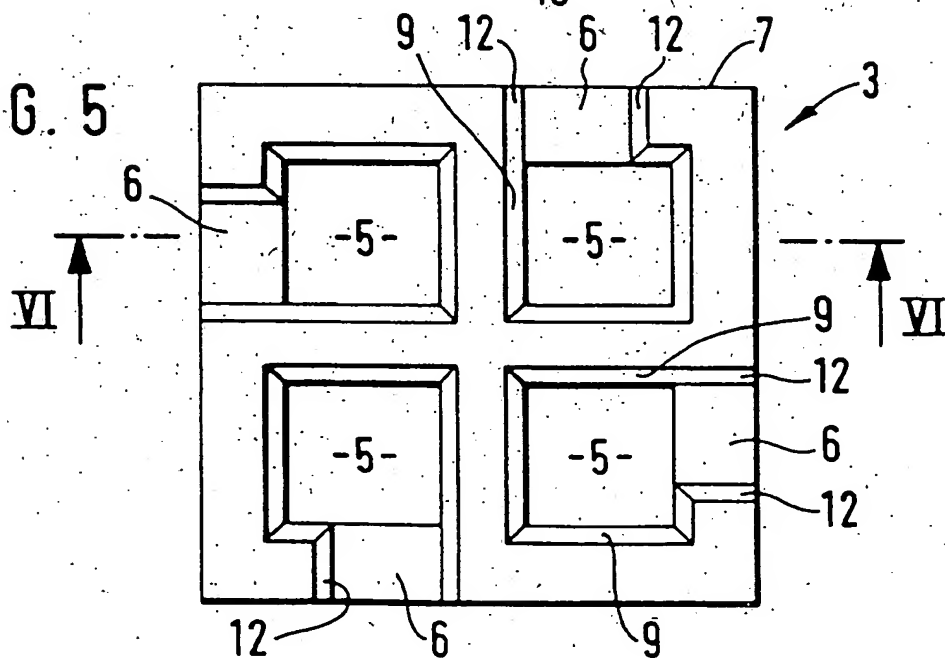


FIG. 8

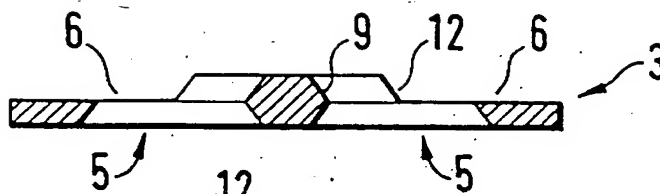


FIG. 7

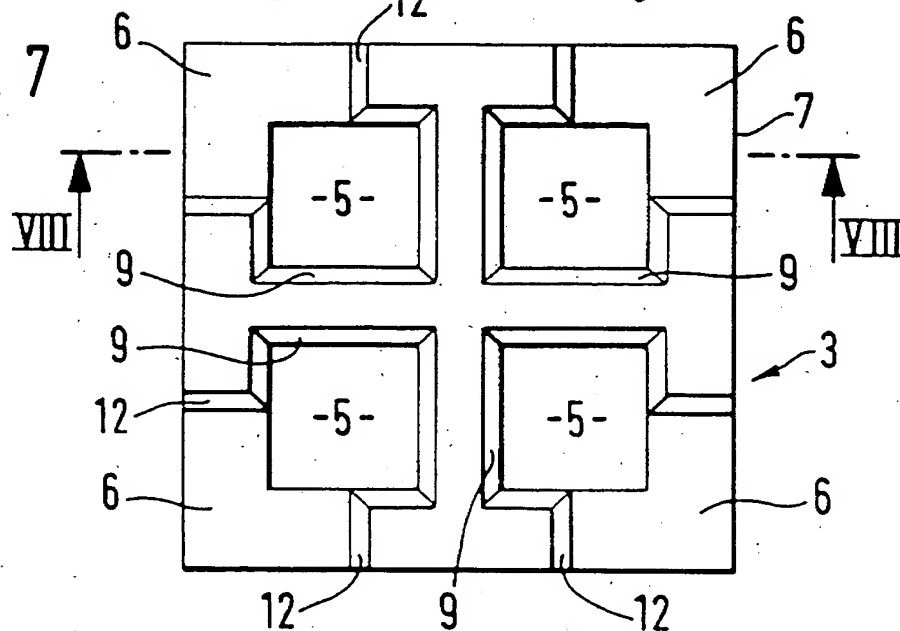


FIG. 10

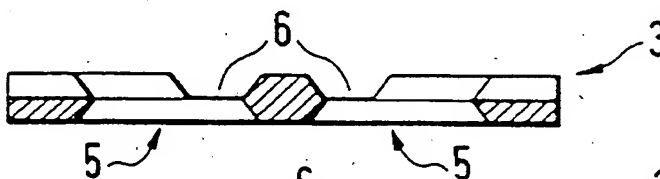
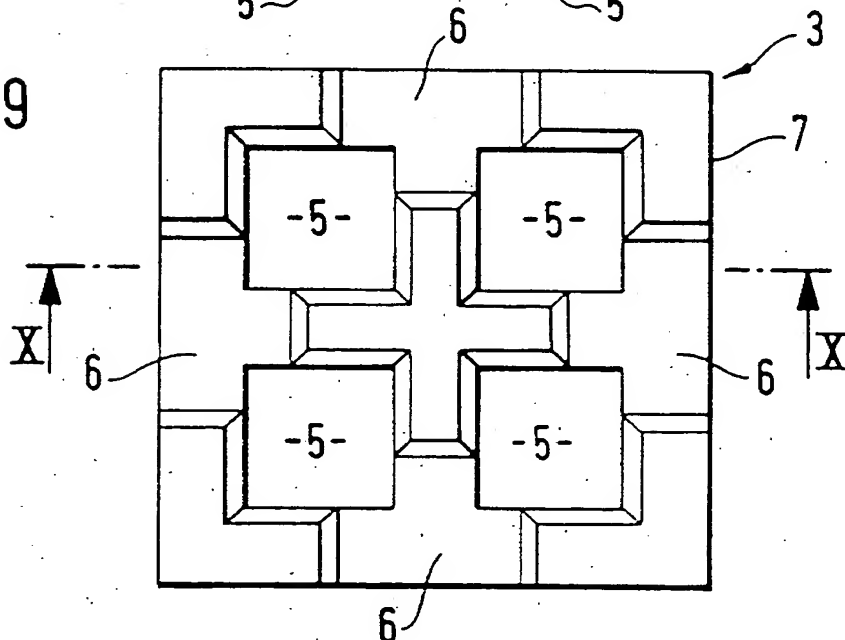


FIG. 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**